



LUNDS UNIVERSITET
Medicinska fakulteten

Jämförelse av stråldos mellan konventionell röntgen och datortomografi vid urografi

En litteraturstudie

Författare: Robert Storm

Handledare: Erna Törnqvist

Kandidatuppsats

Januari 2017

Lunds universitet
Medicinska fakulteten
Programnämnden för omvårdnad, radiografi samt reproduktiv, perinatal
och sexuell hälsa
Box 157, 221 00 LUND

Jämförelse av stråldos mellan konventionell röntgen och datortomografi vid urografi

En litteraturstudie

Författare: Robert Storm

Handledare: Erna Törnqvist

Kandidatuppsats

Januari 2017

Abstrakt

Urografi är en undersökning som många personer genomgår varje år och det pågår en övergång där DT i allt större utsträckning ersätter den konventionella tekniken vid urografi. Syftet med studien var att jämföra stråldosen mellan konventionell röntgen och DT vid en urografiundersökning. För att besvara syftet har en litteraturstudie genomförts där åtta artiklar valdes och analyserades med integrerad analys. Det sammantagna resultatet visade en tydlig skillnad i stråldos mellan DT urografi och konventionell urografi. DT urografi utförd med standardprotokoll gav en effektiv stråldos (medelvärde/median) på 11.83 mSv/12.9 mSv, DT utförd med iterativ rekonstruktion och/eller lågdosprotokoll resulterade i en effektiv stråldos på 8.56 mSv/9.4 mSv och en konventionell urografi gav en effektiv stråldos på 4.09 mSv/1.79 mSv. DT urografi ger alltså högre stråldos än konventionell urografi, även om DT stråldosen kan minskas vid användning av iterativa rekonstruktioner och/eller lågdosprotokoll.

Nyckelord

Stråldos, Urografi, Datortomografi, DT, Konventionell röntgen, Röntgensjuksköterska

Lunds universitet
Medicinska fakulteten
Programnämnden för omvårdnad, radiografi samt reproduktiv, perinatal och sexuell hälsa
Box 157, 221 00 LUND

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Problembeskrivning	2
Bakgrund	2
Perspektiv och utgångspunkter	2
Joniserande strålning	3
Konventionell urografi	4
DT urografi	5
Mätning av stråldoser	6
Bildrekonstruktion	7
Tidigare forskning	8
Syfte	9
Metod	9
Urval	9
Genomförande av datainsamling	10
Genomförande av databearbetning	11
Etisk avvägning	11
Resultat	12
Konventionell urografi	13
DT urografi	14
DT lågdos/iterativ rekonstruktion	15
Diskussion	16
Diskussion av vald metod	16
Diskussion av framtaget resultat	17
Slutsats och kliniska implikationer	19
Referenser	21
Bilaga 1 (2)	24
Bilaga 2 (2)	28

Problembeskrivning

Urografi är en undersökning som många personer genomgår varje år. År 2005 genomgick i Sverige 63 599 personer en konventionell urografi och 149 397 personer en datortomografi (DT) av buken (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2008). Nu håller en övergång på att ske där den konventionella tekniken i allt större utsträckning ersätts av DT vid urografier (Van Der Molen et al., 2008). Enligt kompetensbeskrivningen för legitimerad röntgensjuksköterska (2011) är strålnings säkerhet och utvärdering röntgensjuksköterskans ansvar. Vid en urografiundersökning bestrålas några av de mest strålningskänsliga organen som gonaderna och tjocktarmen (Isaksson, 2011) och risken för att drabbas av strålningsinducerad cancer ökar linjärt med en ökad stråldos (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2011). För att skydda patienten och, som röntgensjuksköterska, kunna ge information är det därför viktigt ha kunskap om skillnaderna i stråldos mellan konventionell teknik och DT vid urografi. Antalet studier gjorda inom området är få, varpå ett behov finns att sammanställa de existerande resultaten.

Bakgrund

Perspektiv och utgångspunkter

Röntgensjuksköterskans huvudområde är radiografi, vilket är ett tvärvetenskapligt kunskapsområde bestående av omvårdnad, bild- och funktionsmedicin, strålningsfysik och medicin. Det är då även röntgensjuksköterskans ansvar att patienten inte utsätts för onödiga risker. Det är därför krav på att det finns kunskap gällande stråldos och strålnings säkerhet vid röntgenundersökningen (Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska, 2011). En av röntgensjuksköterskans viktigaste uppgifter är att se till att bilderna vid undersökningarna blir av diagnostiskt värde, samtidigt som patienten utsätts för en låg stråldos joniserande strålning (Yrkesetisk kod, 2008). Ett begrepp som nämns ofta inom radiografin är ”ALARA”, vilket står för ”as low as (is) reasonably achievable”. Med detta menas att stråldosen skall anpassas så att den är så låg som det går, medan man samtidigt uppnår en bildkvalité god nog att tolkas av en radiolog (NRC, 2015).

I samband med röntgenundersökningar måste vissa lagar och föreskrifter följas och en av dem är strålskyddslagen (SFS, 1988:220). Där nämns i 1 § att ”människor, djur och miljö skall skyddas mot skadlig verkan av strålning”. Att genomgå en röntgenundersökning utsätter patienten för direkt joniserande strålning. Detta är ett undantag som tillåts, av den myndighet i regeringen som bestämmer, då värdet av bildtagandet övervinner risken med bestrålningen (SFS, 1988:220).

Det är därför av största vikt att röntgensjuksköterskan ser till att använda sin kunskap om joniserande strålning för att optimera undersökningen gällande stråldos samt kvalitet. I kompetensbeskrivningen för legitimerad röntgensjuksköterska (2011) står det skrivet att det är röntgensjuksköterskans uppgift att använda sig av strålskydd till patienter samt personal. Det står även beskrivet att det är röntgensjuksköterskans ansvar att strålskyddsföreskrifter följs av alla som bedriver verksamheten. Adekvat information gällande röntgenstrålning i samband med röntgenundersökningen skall också kunna ges till patienten för att undvika missförstånd eller oro (Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska, 2011).

Joniserande strålning

Strålning definieras som en form av energitransport (Isaksson, 2011). När strålningen har tillräckligt hög energi kan den verka joniserande, det vill säga slå ut elektroner från atomer och molekyler och alltså jonisera dem (Nationalencyklopedin, u.å.). Röntgenstrålning är en typ av joniserande strålning och när den passerar genom människokroppen absorberas den största delen av strålningen i form av sådana ”jonisationer”. Detta kan vara skadligt för levande celler och den absorberade mängden strålning beskrivs med hjälp av olika stråldosbegrepp (Cederblad, 2010).

Den strålning som absorberas i en viss punkt i en kropp kallas för *absorberad stråldos* och har fått namnet Gray (Gy). Enheten för Gray mäts i J/kg. Det finns dock andra typer av joniserande strålning som är mer skadlig för kroppen än röntgenstrålning och för att ta hänsyn till det har man infört den *ekvivalenta stråldosen* som anges i Sievert (Sv). Den ekvivalenta stråldosen ges genom att multiplicera den absorberade stråldosen med en viktningsfaktor beroende av strålslaget (Cederblad, 2010). Hänsyn behöver även tas till att olika organ är olika känsliga för strålning. För att ta fram den stråldosen, vilken kallas *effektiv stråldos* (E),

multiplikerar man den ekvivalenta stråldosen med en vävnadsviktfaktor (Isaksson, 2011). Den effektiva stråldosen är det stråldosbegrepp som används för att beskriva risken av att drabbas av sena effekter förknippade med bestrålningen (Cederblad, 2010).

De biologiska effekterna som kan uppstå av strålning brukar delas in i deterministiska, stokastiska och teratogena effekter. De deterministiska (förutsägbara) effekterna är observerbara och kräver ett visst tröskelvärde för att kunna inträffa. När det är överstiget ökar sannolikheten för skador snabbt till 100 procent. De stokastiska (slumpmässiga) effekterna, till exempel cancer, går inte att se direkt utan uppkommer först efter en ganska lång tid. För dessa effekter krävs inget tröskelvärde utan det kan alltså räcka med en väldigt låg stråldos för att drabbas. Risken ökar dock linjärt med ökande stråldos. För teratogena effekter, alltså strålningsinducerade skador på foster, antas det finnas en tröskeldos men även en viss slumpmässighet. Exempel på skador som kan ske är missbildning och hämning av den fysiska eller mentala tillväxten. Ju yngre fostret är desto större är riskerna för allvarliga skador (Berglund & Jönsson, 2007).

Konventionell urografi

Vid konventionell urografi skickas röntgenstrålningen ut från röntgenrörret och genom patienten endast från ett håll, vilket ger en tvådimensionell bild. Den strålning som inte absorberas (kallas även dämpas eller attenueras) i patienten absorberas istället av en detektor, vilken bearbetar informationen från strålningen och genererar röntgenbilden (Isaksson, 2011).

En del röntgenapparater är försedda med så kallad exponeringsautomatik, vilket innebär att det finns en strålningsmätare som registrerar mängden strålning som når fram till detektorn. Denna avbryter exponeringen när tillräcklig mängd strålning kommit fram (Cederblad, 2010).

Under undersökningen används jodkontrastmedel för att öka attenueringsskillnaden mellan olika kroppsvävnader och därmed göra dem lättare att särskilja. I vanliga fall dämpar olika typer av kroppsvävnad strålningen ungefär lika mycket, men jod dämpar strålningen betydligt mer vilket leder till en större kontrastskillnad (Berglund & Jönsson, 2007).

Själva undersökningsmetoden skiljer sig åt väldigt mycket mellan olika länder, men också mellan olika sjukhus inom samma land. Antalet bilder som i snitt tas vid en konventionell

urografi i de nordiska länderna jämfördes i en studie av Grøn et al. (2000) och det varierade mellan 6.4 bilder (Finland) och 11.8 bilder (Sverige).

Vid en konventionell urografi på Skånes universitetssjukhus i Malmö ska patienten vara laxerad och ha tömt urinblåsan innan undersökningen för att det ska vara så lite som möjligt som stör i bilden. Sammantaget tas tolv bilder och undersökningen inleds med fyra översiktsbilder varav en på vardera njure, en på urinblåsan och en där båda njurarna och så mycket som möjligt av urinblåsan är med. Därefter sprutas en patientanpassad dos jodkontrastmedel intravenöst. En minut efter injektionen tas en bild över båda njurarna för att granska deras uppladdning av kontrastmedlet. Detta följs upp av en bild fem minuter efter injektionen för att visa hur kontrasten utsöndras från njurarna. Därefter läggs en uretärkompression på buken över urinledarna så att njurbäckenet och dess förgreningar ska fyllas upp med kontrastmedel. Tio minuter efter kontrastinjektionen tas tre bilder över njurarna i olika vridningar. Kompressionen släpps sedan för att avsluta undersökningen med ytterligare tre bilder där det granskas hur kontrasten rinner ner till urinblåsan. Två bilder tas över både njurarna och urinblåsan i rygg- respektive bukläge och en bild endast över urinblåsan (Metodbok, 2013).

DT urografi

Vid DT roterar röntgenröret och skickar ut strålning runt patienten varefter röntgenapparaten använder informationen för att matematiskt rekonstruera en snittbild av patienten. Vid konventionell röntgen fås en två-dimensionell bild av en tre-dimensionell volym, vilket innebär att organen projiceras över varandra. Det problemet undviks med datortomografer som istället genererar en tunn skiva av patienten (två-dimensionellt plan) i en två-dimensionell bild och alltså inte överlagrar informationen (Berglund & Jönsson, 2007).

En del datortomografer är, som konventionell röntgenapparat, försedda med exponeringsautomatik. Anatomien på människokroppen varierar ju (tunnare vid halsen och tjockare vid buken, till exempel), varpå exponeringsautomatik då är bra eftersom stråldosen anpassas efter detta. Det leder till en jämnare exponering och reducerad stråldos (Hsieh, 2009).

Datortomografer försedda med flera detektorrader (multidetektor DT) är något som har utvecklats mer och mer de senaste åren. Ett stort antal detektorrader gör att en större yta av patienten täcks för varje rotation av röntgenröret, vilket resulterar i förkortade undersökningstider. Fler detektorrader innebär också att en större mängd av strålningen tas till vara på och detekteras, vilket resulterar i en lägre patientstråldos (Bushong, 2008)

Precis som vid konventionell urografi finns det många olika metoder som används för att genomföra en DT urografi (Akbar, Mortelet, Baeyens, Kekelidze & Silverman, 2004). I den här studien kommer dock bara tekniken med en kontrastmedelsinjektion och tre bildserier att studeras. Vid en sådan undersökning på Skånes universitetssjukhus i Lund ska patienten innan undersökningen ha en fylld urinblåsa, vilket fås genom att dricka 500 ml vatten 60 min före undersökningen och därefter ej tömma blåsan. Bildtagningen börjar med ett frontalt scanogram från diafragman till symfyssen (Metodbok, 2016). Ett scanogram är en översiktssbild som tas för att röntgensjuksköterskan ska kunna ställa in området som ska undersökas. Den bildtagningen sker med samma princip som konventionell röntgen, det vill säga att röntgenröret står stilla och endast skickar ut strålning mot patienten från ett håll. Ett frontalt scanogram innebär att bilden tas framifrån och bak, vilket även kan kallas anteriorposterior (Cederblad, 2010).

Efter scanogramet tas tre bildserier med roterande röntgenrör. Första serien är en översiktsfas som tas från njurarna till symfyssen. En patientanpassad dos kontrast sprutas sedan intravenöst och efter cirka en minut tas en bildserie från njurarna till urinblåsan. Denna serie avbildar njurarnas uppladdningsfas. Därefter får patienten sitta upp och gunga fram och tillbaka för att undvika skiktning av kontrast och urin. Den sista bildserien (utsöndringsfasen) tas sedan 10 min efter kontrastmedelsinjektionen och körs från njurarna till och med urinblåsan (Metodbok, 2016).

Mätning av stråldoser

Det finns olika sätt att mäta stråldosen på vid röntgenundersökningar och ett av sätten är med användning av en dosimeter. Den vanligaste typen av dosimeter som används är en Thermoluminescence dosimeter (TLD), vilken ska fästas på en patients eller fantoms hud i strålfältets centrum. Det blir den absorberade huddosen som mäts och värdet stämmer med

fem procents noggrannhet mot hur det ser ut i verkligheten (Bushong, 2008). MOSFET (Metal oxide-silicon semiconductor field effect transistor) är en annan typ av dosimeter, vilken kan användas för att mäta organdosen bland annat. Då brukar ett fantom användas där man placerar dosimetrar på olika ställen inne i kroppen (motsvarande de olika organen). En MOSFET dosimeter har högre känslighet än TLD (Best medical Canada, u.å.).

Det finns även olika datorprogram som kan användas för att beräkna stråldosen. Ett av dessa är CALDose_X, vilket har energin ut från röntgenröret som utgångspunkt vid sina beräkningar (CALDose_X, u. å.).

Vid DT undersökningar ger maskinen ett värde av den medelabsorberade stråldosen i ett snitt (CTDI) och ett värde av den totala absorberade stråldosen under en undersökning/bildserie (DLP). DLP värdet fås genom att multiplicera CTDI med längden av det bestrålade området. Ett problem med CTDI värdet är dock att det inte mäter den direkta stråldosen till patienten vid undersökningstillfället, utan är baserat på mätningar på två olika fantom (16 cm i diameter motsvarande huvudet och 32 cm i diameter motsvarande kroppen), vilket kan skapa en viss osäkerhet om tillförlitligheten (Hsieh, 2009). En studie av Neisius et al. (2013) visade dock att det bara skilde 0.09 mSv mellan den beräknade effektiva stråldosen med DLP som utgångspunkt och egna gjorda dosimetermätningar vid DT urografi. Därmed slog de fast att det är rimligt att använda sig av DLP för att beräkna den effektiva stråldosen.

Bildrekonstruktion

Vid en DT undersökning erhålls ingen bild direkt, utan bara en mängd mätvärden som visar hur mycket strålning som har attenuerats i en viss skiva i patienten. För att omvandla detta till en bild krävs det en rekonstruktionsteknik och det vanligaste sättet att rekonstruera DT bilder är med hjälp av filtrerad bakåtprojektion. Det gäller att ta reda på hur stor del av strålningen som har attenuerats i varje liten del av patienten (kallad voxel) och för att göra detta skulle det, teoretiskt sätt, kunna ställas upp ett väldigt stort antal ekvationer som sedan skulle behöva lösas. Detta är dock allt för tidskrävande (även för dagens datorer), så istället används så kallad bakåtprojektion. Det innebär att alla mätvärden som erhålls ”projiceras bak” och adderas i de voxlarna vilka bakåtprojektionens sammanfaller i (Berglund & Jönsson, 2007).

Nackdelen med detta är dock att detaljerna blir suddiga varpå det läggs ett matematiskt filter på som gör detaljerna skarpa (Hsieh, 2009).

En nyare typ av bildrekonstruktion som kommit är iterativa rekonstruktioner. De har egentligen funnits tidigare, men datorkapaciteten har inte varit tillräcklig innan (Aspelin & Pettersson, 2008). Tekniken är avancerad, men en enkel förklaring är att det utgår från en hypotetisk/gissad bild som sedan jämförs med mätvärdena. Detta upprepas fram till en korrekt bild har skapats. Detta ger mindre brus i bilden jämfört med filtrerad bakåtprojektion, vilket gör att stråldosen kan sänkas med bibehållen bildkvalité (Hsieh, 2009).

Tidigare forskning

Det finns tidigare gjord forskning där det gjorts jämförelse av stråldosen mellan konventionella röntgenundersökningar och DT. En sådan jämförelse har gjorts av Osei och Darko (2012) där de tar upp att det är en risk att utsätta patienter för joniserande strålning. De nämner att de använt sig av ALARA- principen då de gjort sina mätningar, det vill säga att stråldoserna blev så låga som det gick utan att det påverkade bildkvaliteten i för hög grad. De har både räknat ut den effektiva stråldosen från undersökningarna men även jämfört sina resultat med de nationella referensdoserna i till exempel EU, Storbritannien och Tyskland. För undersökningar i bröstregionen specifikt så uppskattades den effektiva stråldosen till patienten i snitt vara 0.11 mSv för konventionell röntgen. Den uppskattade effektiva stråldosen vid DT undersökningar över bröstkorgen var för vuxna 7,9 mSv medan den genomsnittliga stråldosen vid samma DT undersökning för nationella referensdoser var 7,36 mSv. Detta innebär att det tar ungefär 72 konventionella röntgenundersökningar över bröstkorgen för att nå samma effektiva stråldos hos endast en DT-undersökning (Osei & Darko, 2012).

En annan studie har gjorts av Koivista, Kiljunen, Kadesjö, Shi och Wolff (2015) där de med hjälp av mätningar på ett fantom av ett ben mätt stråldosen. De jämförde DT med konventionell röntgen vid bilder på en fotled, där de sedan räknade ut den effektiva stråldosen till fantomet. Den effektiva stråldosen för DT och konventionell röntgen var 21,4 μ Sv respektive 1,5 μ Sv. Enligt de uppmätta värdena så krävs det därmed cirka 14 konventionella fotledsundersökningar för att uppnå samma effektiva stråldos som hos en DT undersökning för en fotled (Koivista et al., 2015).

Båda studierna påvisar att DT undersökningar generellt förknippas med en högre stråldos än konventionell röntgen.

Syfte

Syftet med studien var att jämföra stråldosen mellan konventionell röntgen och datortomografi vid en urografiundersökning.

Metod

För att bäst besvara syftet har en litteraturstudie valts som metod. Forsberg och Wengström (2013) definierar litteraturstudien som en studie som utgår från en tydligt formulerad fråga och besvaras genom att söka, värdera, välja ut och analysera relevant forskning.

Urval

I studien inkluderades artiklar där den effektiva stråldosen vid konventionell urografi och/eller DT urografi mättes. Artiklarna fick inte vara publicerade tidigare än år 2004 och skulle vara skrivna på engelska. Endast urografier med användande av kontrastmedel inkluderades. DT urografierna skulle bestå av tre bildserier med en översiktsfas, en uppladdningsfas och en utsöndringsfas för att inkluderas i studien. Antalet bilder som tas vid en konventionell urografi är väldigt varierande, varpå ingen avgränsning kunde göras där.

Sökord som användes var: ”*intravenous urography*”, ”*intravenous urogram*”, ”*intravenous pyelography*”, ”*intravenous pyelogram*”, ”*excretory urography*”, ”*excretory urogram*”, ”*conventional urography*”, ”*conventional urogram*”, ”*computed tomography urography*”, ”*computed tomography urogram*”, ”*ct urography*”, ”*ct urogram*” och ”*radiation dosage*” [MeSH]. Sökorden kombinerades med de Booleska sökoperatorerna AND/OR för att finna artiklar relevanta för arbetet och som motsvarade syftet. Sökning genomfördes i databaserna

Medline och CINAHL. Medline (PubMed) är den största och mest använda databasen där det framförallt finns litteratur från de medicinska vetenskaperna, medan CINAHL är en mindre databas med tonvikt på det vårdvetenskapliga området (Kristensson, 2014). Sökningen i CINAHL resulterade inte i några ytterligare artiklar. En manuell sökning utifrån, av författaren bedömt, relevanta artiklars referenslistor (så kallad snowballing) har också genomförts.

Genomförande av datainsamling

De gjorda sökningarna som resulterade i valda artiklar presenteras nedan (Tabell 1).

Tabell 1. Resultat av sökning i Medline

Datbas PubMed	Sökord	Antal träffar	Granskade	Urval 1	Urval 2 valda artiklar
#1	intravenous urography OR intravenous urogram OR intravenous pyelography OR intravenous pyelogram OR excretory urography OR excretory urogram OR conventional urography OR conventional urogram	1 291			
#2	computed tomography urography OR computed tomography urogram OR ct urography OR ct urogram	959			
#3	“radiation dosage” [MeSH]	32 337			
#4	#1 AND #2 AND #3	48	48	15	5
#5	#1 AND #3	58	8	2	1

Två artiklar hittades via manuell sökning.

De artiklar som var intressanta utifrån titeln granskades genom att abstraktet lästes. I sökningen med ”#1 AND #3” blev det en hel del träffar på samma artiklar som i sökningen innan, varpå endast åtta nya granskades. Från den första granskningen valdes sammanlagt 17 vetenskapliga artiklar ut till urval 1 och lästes i fulltext, där en bedömning gjordes huruvida

artiklarna uppfyllde inklusionskriterierna för studien eller inte. Sex av dem valdes ut och två artiklar hittades även via den manuella sökningen som gjordes. Dessa artiklar hamnade alltså i urval 2. De åtta artiklarna granskades sedan utifrån ett granskningsprotokoll framtaget av SBU (2014), där det gjordes en bedömning om artiklarna ansågs relevanta eller ej. För att göra granskningsprotokollet helt applicerbart för denna studie fick fyra frågor strykas, tre redigerades och en fråga lades till (Bilaga 2). Alla artiklar bedömdes svara ja på minst 66 % av frågorna, varpå alla ansågs relevanta för studien. Dessa valda artiklar är markerade med en asterisk (*) i referenslistan. Artiklarna sammanfattades därefter i en matris (Bilaga 1).

Genomförande av databearbetning

Artiklarna har analyserats genom en så kallad integrerad analys, vilket innebär att resultaten har integrerats och satts i relation till varandra. Detta har åstadkommit genom att artiklarna lästs igenom i sin helhet, där övergripande likheter och skillnader plockats ut (Kristensson, 2014). De kategorier som har identifierats och jämförts är stråldosen vid konventionell teknik, DT standardprotokoll och DT lågdos/iterativ rekonstruktion. Dessa tekniker har alltså granskats där likheter och skillnader mellan de olika studiernas resultat för respektive teknik har jämförts.

Etisk avvägning

Några viktiga forskningsetiska avvägningar som tas upp i Helsingforsdeklarationen är att vinsten ska vara större än riskerna med forskningen. Patienter ska få ett lika bra omhändertagande som de hade fått om de ej deltog i studien samt att informationen till patienterna ska vara formulerad på ett så lättförståeligt sätt att ett ställningstagande ska kunna tas om deltagande önskas eller ej (Vetenskapsrådet 2003).

Önskvärda kriterier för artiklarna var att de skulle vara etiskt övervägda och att samtycke att delta skulle ha getts från patienterna. Vetenskapliga artiklar som svarar mot syftet har inkluderats oavsett om det stödjer det förväntade resultatet eller ej (Forsberg & Wengström, 2008).

Granskningen visade att studierna av van der Molen, Miclea, Geleijns, och Joemai (2015) och Neisius et al. (2013) inte redovisat godkännande av någon granskningsnämnd eller etisk kommitté, och studien av van der Molen et al. (2015) inte redovisat att samtycke att deltaga getts från patienterna. Artiklarna har ändå inkluderats då studien av Neisius et al. (2013) är gjord på ett fantom och studien av van der Molen et al. (2015) är retrospektiv, vilket innebär att inga patienter har fått någon extra stråldos.

Resultat

Alla studier är inte genomförda med samma metod och teknik, varför det nedan presenteras en sammanfattande tabell (Tabell 2) där det går att hitta information om respektive studie.

Tabell 2. Översikt av röntgenapparat, antal bilder/bildserier, exponeringsparametrar och rekonstruktionstyp

Artikel*	Modalitet/ teknik	Bilder/bild- serier	kV	mAs	Exponerings- -automatik	Detektor- rader	Iterativ/Filtrerad bakåtprojektion
#1	Konventionell	Ej angivet	73.8	21.0	Ej angivet	-	-
#1	DT	3	110.8	70.1	Ej angivet	64	Ej angivet
#2	Konventionell	11 (fantom)	65.5 (fantom)	34 (fantom)	Ja	-	-
#2	DT	3	120 (fantom)	161.7 (fantom)	Ej angivet	4	Ej angivet
#3	Konventionell	5.7	74.1	33.6	Ej angivet	-	-
#4	Konventionell	4	74.2	24.5	Ej angivet	-	-
#5	DT standard	3	106.7	120 (referens- värde)	Ja	64	Filtrerad bakåtprojektion
#5	DT lågdos	3	93.3	190 (referens- värde)	Ja	64	Iterativ
#6	DT	3	120	Ej angivet	Ja	64	Filtrerad bakåtprojektion
#6	DT	3	120	Ej angivet	Ja	64	Iterativ
#7	DT standard	3	120	94.1	Ja	16	Ej angivet

#7	DT lågdos	3	120	54.9	Ja	16	Ej angivet
#8	DT	3	120	Ej angivet	Ja	64	Ej angivet

*Se matris, bilaga 1.

För att beräkna den effektiva stråldosen vid DT urografi har fem studier utgått från, det av maskinen givna, CTDI värdet (Alzimami, Sulieman, Omer, Suliman, & Alsafi, 2014; Dahlman, van der Molen, Magnusson, & Magnusson, 2012; Hwang et al., 2015; Nawfel, Judy, Schleipman, & Silverman, 2004; van der Molen, Miclea, Geleijns, & Joemai, 2015). I studien av Neisius et al. (2013) gjordes istället en beräkning baserat på uppmätta data från MOSFET dosimetrar, men också en jämförande beräkning med hjälp av CTDI värdet.

Den effektiva stråldosen vid konventionell urografi är i tre studier baserade på mätningar med TLD dosimetrar (Alzimami et al., 2014; Nawfel et al., 2004; Sulieman et al., 2015). I studien av Suliman et al. (2014) är stråldosen istället beräknad med hjälp av datorprogrammet CALDose_X.

Huddosen har mätts i fem studier och i tre av dem gjordes detta med hjälp av TLD dosimetrar (Alzimami et al., 2014; Nawfel et al., 2004; Sulieman et al., 2015). Neisius et al. (2013) mätte i sin studie istället upp huddosen med MOSFET dosimetrar, medan Suliman et al. (2014) beräknade huddosen med hjälp av CALDose_X.

Konventionell urografi

Fyra studier beräknade den effektiva stråldosen vid konventionell urografi med varierande resultat. Sulieman et al. (2015) fick i sin studie fram en effektiv stråldos på endast 0.13 mSv, medan Nawfel et al. (2004) kom fram till en stråldos på 9.7 mSv vid sina patientmätningar och 7.8 mSv när de beräknade den effektiva stråldosen på ett pelvic-torso fantom. Studierna av Alzimami et al. (2014) och Suliman et al. (2014) fick fram mer likartade värden i sina beräkningar med en effektiv stråldos på 1.79 mSv respektive 1.025 mSv.

Resultaten skilde sig åt även vid huddosmätningarna, där Sulieman et al. (2015) åter fick fram det lägsta värdet på 2.1 mGy, medan Nawfel et al. (2004) mätte upp huddosen till 151 mGy för sina patienter och 70.4 mGy vid fantommätningen. Studierna av Alzimami et al. (2014)

och Suliman et al. (2014) hamnade där emellan med resultat på 21.62 mGy respektive 11.22 mGy.

Medelvärde av den effektiva stråldosen från de fyra studierna blev 4.09 mSv och medianen blev 1.79 mSv (Figur 1). Motsvarande beräkningar för huddosen gav ett medelvärde på 51.27 mGy och en median på 21.62 mGy (Alzimami et al., 2014; Nawfel et al., 2004; Suliman et al., 2014; Sulieman et al., 2015).

DT urografi

I sex studier har den effektiva stråldosen vid DT urografi beräknats med resultat spridda mellan 2.58 mSv i studien av Alzimami et al. (2014) och 16.2 mSv i studien av Dahlman et al. (2012). Neisius et al. (2013) beräknade i sin studie fram en effektiv stråldos på 9.73 mSv med hjälp av dosimetermätningar och 9.64 mSv med CTDI värdet som utgångspunkt. Nawfel et al. (2004) jämförde istället den effektiva stråldosen mellan patienter och ett fantom med ett resultat på 14.8 mSv för patienterna och 15.9 mSv för fantomet. I studien av Hwang et al. (2015) har den effektiva stråldosen vid en, för deras sjukhus, vanlig undersökning jämförts med ett lågdosprotokoll och resultatet blev en effektiv stråldos på 12.79 mSv i standardprotokollet. Van der Molen et al. (2015) har i sin studie jämfört den effektiva stråldosen vid filtrerad bakåtprojektion och iterativ rekonstruktion och den effektiva stråldosen vid filtrerad bakåtprojektion beräknades till 13.0 mSv.

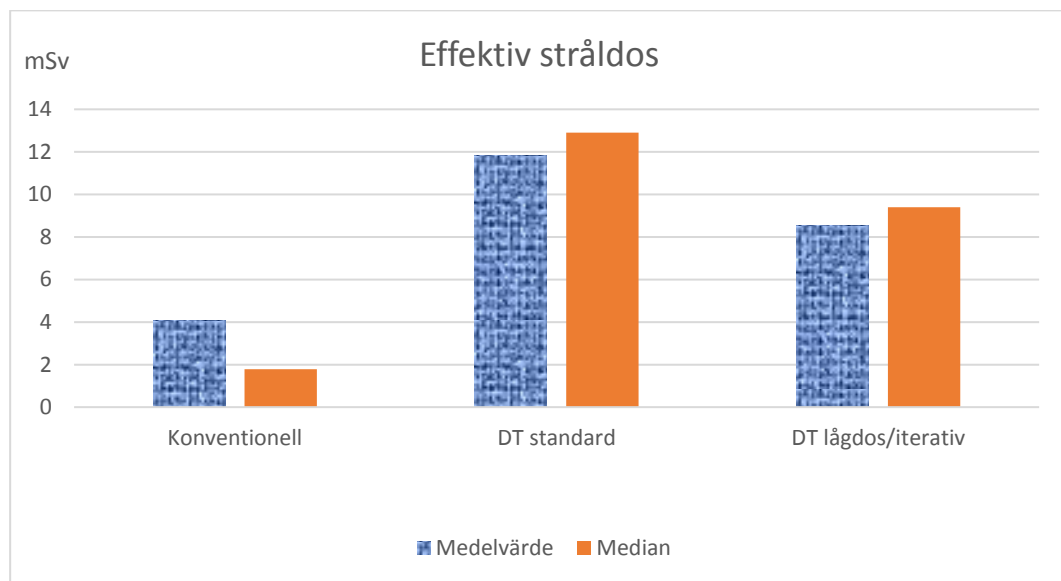
Huddosen vid DT urografi har endast två studier mätt upp. Nawfel et al. (2004) mätte upp den till 56.3 mGy för sina patienter och 87.2 mGy för ett fantom, medan Neisius et al. (2013) kom fram till en huddos på 19.32 mGy.

Medelvärde av den effektiva stråldosen från de sex studierna blev 11.83 mSv och medianen blev 12.9 mSv, vilket presenteras i figur 1 (Alzimami et al. 2014; Dahlman et al., 2012; Hwang et al., 2015; Nawfel et al., 2004; Neisius et al., 2013; van der Molen et al., 2015). De motsvarande siffrorna för huddosen blev 54.3 mGy och 56.3 mGy (Nawfel et al., 2004; Neisius et al., 2013)

DT lågdos/iterativ rekonstruktion

Tre studier analyserade huruvida stråldosbesparingar skulle kunna ske med hjälp av användande av iterativa rekonstruktioner och/eller lågdosprotokoll vid DT urografi. Samtliga kom fram till att stråldosen kunde reduceras samtidigt som bildkvaliteten bibehöll diagnostisk acceptans (Dahlman et al., 2012; Hwang et al., 2015; van der Molen et al., 2015). Van der Molen et al. (2015) kom i sitt resultat fram till en effektiv stråldos på 6.1 mSv vid användande av iterativa rekonstruktioner. I studien av Hwang et al. (2015) beräknades en effektiv stråldos på 10.17 mSv, vid minskad rörspänning i utsöndringsfasen i kombination med iterativa rekonstruktioner. Dahlman et al. (2012) sänkte stråldosen i översikts- och utsöndringsfasen, vilket resulterade i en effektiv stråldos på 9.4 mSv.

Medelvärdet och medianen av dessa tre studier presenteras i figur 1 och blev 8.56 mSv respektive 9.4 mSv (Dahlman et al., 2012; Hwang et al., 2015; van der Molen et al., 2015)



Figur 1. Översikt effektiv stråldos

Diskussion

Diskussion av vald metod

För att besvara syftet fanns det tankar på att genomföra en empirisk studie, men då tiden var begränsad och en litteraturstudie också bedömdes som ett bra sätt att besvara syftet på föll valet på det sistnämnda. En empirisk studie hade varit nyttigt i avseendet att ny data hade tillförts till forskningen. Å andra sidan gav en litteraturstudie en större mängd data att analysera, vilket därmed genererade i ett, förhoppningsvis, mer tillförlitligt resultat.

Vid sökningen i databaserna användes, utöver det som är beskrivet i datainsamlingen, även sökordet "urography" [MeSH] och de existerande sökorden kombinerades på fler sätt än vad som är redovisat. Sökningarna som är redovisade är enbart de där artiklar valdes från. DT urografi fanns det relativt många artiklar om varpå inklusionskriteriet att de skulle bestå av tre bildserier (översikts- uppladdnings- och utsöndringsfas) kunde tas för att få dem jämförbara med varandra. Inklusionskriteriet att kontrastmedel skulle användas kunde också tas för att få mer jämförbara studier och det gällde både konventionell urografi och DT urografi. Till skillnad från DT urografi så fanns det färre studier om den konventionella tekniken, varpå sökningen efter dessa artiklar skedde med så många synonymer som möjligt kombinerat med den booleska sökoperatoren OR. Detta resulterade dock bara i en användbar artikel, varpå den tidigare tänkta begränsningen på artiklar ej äldre än 10 år fick utökas till att artiklarna inte fick vara publicerade innan 2004. I och med denna utökning tillkom ytterligare en artikel om konventionell urografi, men två studier ansågs fortfarande för lite varpå en manuell sökning (snowballing) genomfördes, vilket resulterade i ytterligare två artiklar. Fler studier hade funnits vid en mindre begränsning på publiceringsdatum, men då röntgenapparaturen är i ständig utveckling ansågs nyare studier bättre spegla hur stora stråldoserna är i dagsläget.

Granskningen av artiklarna var från början tänkt att ske med hjälp av ett protokoll för kvalitetsbedömning av studier med kvantitativ metod (Willman, Stoltz & Bahtsevani, 2011). Ett allt för stort antal frågor i protokollet var dock tvungna att strykas då de inte var applicerbara på de aktuella studierna, varpå ett annat granskningsinstrument framtaget av SBU (2014) valdes istället (Bilaga 2). Inte heller där gick alla frågor att applicera direkt, utan fyra frågor fick strykas, tre redigerades och en fråga lades till. Resultatet av granskningen blev

om studierna ansågs relevanta eller ej och alltså ingen kvalitetsmässig rangordning artiklarna sinsemellan, men detta ansågs ändå vara en tillräckligt god bedömning av artiklarna.

Från början var tanken att artiklarna som hade DT som modalitet skulle vara utförda med ett standardprotokoll. Under analysen framkom det dock att tre artiklar även hade med en jämförelse med iterativa rekonstruktioner och/eller lågdosprotokoll, varpå dessa jämförelser också inkluderades i studien, då det bara ansågs positivt med en breddning av resultatet.

Diskussion av framtaget resultat

Litteraturstudiens resultat visar en tydlig skillnad i stråldos mellan konventionell urografi och DT urografi. Detta är i enlighet med studierna genomförda av Osei och Darko (2012) och Koivista et al. (2015), där en röntgenundersökning av bröstkorgen respektive fotleden gav 72- respektive 14 gånger högre stråldos vid datortomografi jämfört med konventionell teknik. I den genomförda litteraturstudien gav, vid granskning av medianvärdet, DT standardprotokoll och DT iterativ/lågdos ungefär 7.2 respektive 5.3 gånger högre stråldos än konventionell urografi (Figur 1). För att resultatet skulle vara ännu säkrare hade det dock varit önskvärt med fler studier då resultatet från den konventionella tekniken och DT iterativ/lågdos endast är baserade på fyra respektive tre olika studier. Detta får också tas i beaktning när, framförallt, medianen från iterativ/lågdos studeras, där det värdet helt enkelt blev resultatet från studien av Dahlman et al. (2012) som presenterade ”mittenresultatet” av de tre studierna. Medianvärdet anses annars, av författaren, ge en bättre bild av stråldosen då studierna hade en stor spridning på sina resultat och medianvärdet inte räknar med ”avstickarna” på samma sätt som medelvärdet, utan istället delar resultatet i två lika stora delar där värdet i mitten presenteras.

En av studierna som visade på ett avvikande resultat vid mätning av stråldosen vid konventionell urografi är studien av Nawfel et al. (2004), som i sina patientmätningar redovisade en effektiv stråldos på 9.7 mSv. Detta är högre än vad som redovisats av Alzimami et al. (2014) (2.58 mSv) och ungefär samma resultat som Neisius et al. (2013) kom fram till i sina beräkningar av den effektiva stråldosen vid DT standardprotokoll. Detta ifrågasätter alltså huruvida stråldosen verkligen är högre vid DT urografi. Å andra sidan har både Nawfel et al. (2004) och Alzimami et al. (2014) i sina respektive studier jämfört stråldosen mellan DT och konventionell teknik var för sig och där kommit fram till att DT

urografi ger en högre effektiv stråldos än konventionell urografi. De motsägelsefulla resultaten verkar alltså snarare bero på de olika metoderna som finns för att genomföra en urografi med exponeringsparametrar och antalet bilder bland annat.

Studien av Nawfel et al. (2004) redovisade, som sagt, den högsta effektiva stråldosen vid konventionell urografi. När man jämför metoden som de använt sig av med de tre andra studierna som också beräknat stråldosen vid konventionell urografi utmärker sig framförallt Nawfel et al. (2004) med antalet tagna bilder, som i deras studie uppgår till 11 stycken. Alzimami et al. (2014) redovisade inte antalet bilder som togs, men det kan jämföras med Suliman et al. (2014) och Sulieman et al. (2015) vilka i snitt tog fyra respektive 5.7 bilder, vilket alltså är klart färre. Vid granskning av exponeringsparametrarna (kV och mAs) syns ingen tydlig skillnad mellan studierna, men åldern på studien av Nawfel et al. (2004) är en annan sak som utmärker sig. Den är ungefär 10 år äldre än de andra studierna på konventionell urografi, vilket skulle kunna vara en orsak till det avvikande resultatet då beräkningarna antagligen är genomförda på en äldre, inte lika stråldosoptimerad, röntgenutrustning.

De spridda resultaten av den effektiva stråldosen vid DT standardprotokoll kan delvis också förklaras av den använda metodiken. Nawfel et al. (2004) och Dahlman et al. (2012) fick fram den högsta stråldosen, men har också i sina beräkningar använt sig av DT maskiner med fyra respektive 16 detektorrader till skillnad från övriga som haft 64 detektorrader. Alzimami et al. (2014) redovisade lägst effektiv stråldos och de har också de lägsta exponeringsparametrarna, vilket säkert var bidragande till det låga resultatet. En studie av Van Der Molen et al. (2008) visar dock att den effektiva stråldosen kan skilja sig åt mellan olika DT modaliteter, trots användning av samma kV. Typen av maskin som används har alltså också en stor betydelse och det kan därför, gissningsvis, antas att maskinen som Alzimami et al. (2014) använt sig av i sin studie helt enkelt är en som är bra på att hålla stråldosen nere.

De tre studierna som gjorde en jämförelse mellan DT standardprotokoll och DT iterativ/lågdos kom alla fram till att DT iterativ/lågdos gav en lägre effektiv stråldos samtidigt som den diagnostiska bildkvalitén bibehölls (Dahlman et al., 2012; Hwang et al., 2015; van der Molen et al., 2015). En fråga som kan ställas är då varför inte alla använder sig av den här tekniken? Vid närmare granskning av iterativa rekonstruktioner så är det först och främst en ny teknik och finns därför inte tillgänglig överallt än. Fornell (2013, juli) beskriver också i

Imaging Technology News (ITN) hur radiologer inte är vana vid att granska bilder rekonstruerade med iterativ teknik och kan uppleva dem som plastiga med konstgjort skarpa kanter och att mjukvävnaden kan upplevas som fläckig eller utjämnad. Bevisligen finns det dock stråldosbesparingar att göra vid användning av iterativa rekonstruktioner, varpå radiologerna antagligen kommer att få vänja sig vid det nya utseendet på bilderna. Det faktum att bilderna ser annorlunda ut och därmed inte välkomnas med glädje av alla radiologer verkar dock kunna vara en anledning till att iterativa rekonstruktioner inte används mer än vad som görs nu. Vad gäller lågdosprotokoll så leder en lägre rörspänning också till mer brus i bilden (Zamboni et al., 2012). Detta gör att lågdosprotokoll inte är helt lätta att implementera, men studierna av Dahlman et al. (2012) och Hwang et al. (2015) har som sagt påvisat att det går att sänka exponeringsparametrarna samtidigt som en diagnostisk bildkvalité bibehålls. Därför anser författaren att det borde läggas mer tid på att skapa lågdosprotokoll för att minimera stråldosen till patienterna.

Ferrandino et al. (2009) skriver i sin studie att patienter som kommer in med njursten i genomsnitt genomgår fyra urografier under en ettårsperiod och av dessa genomförs 1.7 med DT. Urografi är alltså en undersökning som patienter ofta får upprepa och därmed blir stråldosen också extra viktig att hålla nere. I kompetensbeskrivningen för legitimerad röntgensjuksköterska (2011) står det dessutom beskrivet att röntgensjuksköterskan ska bedriva en säker vård genom att, bland annat, minimera riskerna för patienterna. Att minimera risken för strålningsinducerade skador genom att hålla stråldosen så låg som möjligt är därmed något röntgensjuksköterskor är skyldiga att göra.

Slutsats och kliniska implikationer

En urografi utförd med DT ger högre stråldos än vad som fås vid användning av konventionell teknik. Det är dock möjligt att få ner stråldosen vid DT urografier genom användning av iterativa rekonstruktioner och/eller lågdosprotokoll.

Den här kunskapen är viktig att ha med sig vid val av röntgenmodalitet/metodik och framförallt när yngre, mer strålningskänsliga, patienter ska undersökas. För patienter som kommer på flera återbesök kan det också vara bra att fundera en extra gång om undersökningen kanske går att utföra med en metodik som ger lägre stråldos. Att bedriva en

säker vård är röntgenjuksköterskans ansvar och denna kunskap ger en bättre möjlighet till att komma med förslag och diskutera det bäst lämpade undersökningsalternativet generellt, men också individuellt med radiologer, sjukhusfysiker och andra röntgenjuksköterskor.

Referenser

Akbar, S., Morteale, K. Baeyens, K., Kekelidze, M., & Silverman, S. (2004). Multidetector CT urography: techniques, clinical applications, and pitfalls. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 25(1), 41-54.

*Alzimami, K., Sulieman, A., Omer, E., Suliman, I. I., & Alsafi, K. (2014). Effective dose estimation during conventional and CT urography. *Radiation Physics and Chemistry*, 104, 154-157.

Aspelin, P. & Pettersson, H. (red.) (2008). *Radiologi*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Berglund, E. & Jönsson, B-A. (2007). *Medicinsk fysik*. Lund: Studentlitteratur.

Best medical Canada. (u.å.). *Introduction to the MOSFET Dosimeter*. Hämtad 2016-12-04, från http://www.mosfet.ca/global/pdf/technotes/te_4.pdf

Bushong, S.C. (2008). *Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection*. (9. ed.) St. Louis, Mo.: Mosby/Elsevier.

CALDose_X. (u. å.). *CALDose_X – a software tool for the assessment of organ and tissue absorbed doses, effective dose and cancer risks in diagnostic radiology*. Hämtad 2016-12-14, från http://www.caldose.org/Arquivos/CALDose_X_eng.pdf

Cederblad, Åke. (2010). *Teknik, Fysik och Strålsäkerhet i Röntgendiagnostik* [Broschyr]. Göteborg: Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Hämtad 2016-04-18, från http://gul.gu.se/public/pp/public_courses/course52386/published/1331793245508/resourceId/19356790/content/Teknik,_Fysik_och_Str%C3%A5ls%C3%A4kerhet_i_R%C3%B6ntgendiagnostik_2010_%C3%85_.pdf

*Dahlman, P., van der Molen, A. J., Magnusson, M., & Magnusson, A. (2012). How much dose can be saved in three-phase CT urography? A combination of normal-dose corticomedullary phase with low-dose unenhanced and excretory phases. *AJR.American Journal of Roentgenology*, 199(4), 852-860.

Ferrandino, M. N., Bagrodia, A., Pierre, S. A., Scales, C. D., Jr, Rampersaud, E., Pearle, M. S., & Preminger, G. M. (2009). Radiation exposure in the acute and short-term management of urolithiasis at 2 academic centers. *The Journal of Urology*, 181(2), 668-673.

Fornell, D. (2013, juli). Iterative Reconstruction 101. *Imaging Technology News (ITN)*. Tillgänglig. <http://www.itnonline.com/article/iterative-reconstruction-101-0>

Forsberg, C. & Wengström, Y. (2013). *Att göra systematiska litteraturstudier: Värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. Stockholm: Natur & Kultur.

Grøn, P., Olerud, HM., Einarsson, G., Leitz, W., Servomaa, A., Schoultz, BW., & Hjärdemaal O. (2000) A Nordic survey of patient doses in diagnostic radiology. *European Radiology*, 10(12), 1988-1992.

Hsieh, J. (2009). *Computed tomography [Elektronisk resurs] : principles, design, artifacts, and recent advances*. (2. ed.) Bellingham, Wash.: SPIE.

*Hwang, I., Cho, J. Y., Kim, S. Y., Oh, S. J., Ku, J. H., Lee, J., & Kim, S. H. (2015). Low tube voltage computed tomography urography using low-concentration contrast media: Comparison of image quality in conventional computed tomography urography. *European Journal of Radiology*, 84(12), 2454-2463.

Isaksson, M. (2011). *Grundläggande strålningsfysik* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur.

Koivisto, J., Kiljunen, T., Kadesjo, N., Shi, X.Q., & Wolff, J. (2015). Effective radiation dose of a MSCT, two CBCT and one conventional radiography device in the ankle region. *Journal of Foot and Ankle Research*, 8(8).

Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska. (2011). Stockholm: TGM.

Kristensson, J. (2014). *Handbok i uppsatsskrivande och forskningsmetodik för studenter inom hälso- och vårdvetenskap*. (1. utg.) Stockholm: Natur & Kultur.

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Joniserande strålning*. Hämtad 2016-04-17, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/joniserande-stralning>

Metodbok. (2016). *Urografi Hematuri U + 2K*. Lund: Bild och funktion. Skånes Universitetssjukhus Lund.

Metodbok. (2013). *Urografi – standardundersökning*. Malmö: Bild och funktion. Skånes Universitetssjukhus Malmö.

*Nawfel, R. D., Judy, P. F., Schleipman, A. R., & Silverman, S. G. (2004). Patient radiation dose at CT urography and conventional urography. *Radiology*, 232(1), 126-132.

*Neisius, A., Wang, A. J., Wang, C., Nguyen, G., Tsivian, M., Kuntz, N. J., . . . Lipkin, M. E. (2013). Radiation exposure in urology: A genitourinary catalogue for diagnostic imaging. *The Journal of Urology*, 190(6), 2117-2123.

NRC. (2015). United States Nuclear Regulatory Commission. *ALARA* Hämtad 2016-04-17, från <http://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/alara.html>

Osei, E.K., & Darko, J. (2012). A survey of organ equivalent and effective doses from diagnostic radiology procedures. *ISRN Radiology*. 2013.

SBU. (2014). *Utvärdering av metoder i hälso- och sjukvården: En handbok*. 2 uppl. Stockholm: Statens beredning för medicinsk utvärdering (SBU).

SFS. 1988:22 Strålskyddslagen. Stockholm: Riksdagen.

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2008). *Radiologiska undersökningar i Sverige under 2005*.

Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Hämtad 2016-04-18, från

http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/043/39043574.pdf?r=1

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2011). *Joniserande strålning*. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Hämtad 2016-04-14, från <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Om-stralning/Joniserande-stralning/>

Stråläkerhetsmyndigheten. (2011). *Frågor och svar om strålning*. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten. Hämtad 2016-04-18, från <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Om-myndigheten/Aktuellt--Bilagor/Fragor-och-svar-om-stralning/>

*Sulieman, A., Barakat, H., Zailae, A., Abuderman, A., & Theodorou, K. (2015). Measurement of patient radiation doses in certain urography procedures. *Radiation Protection Dosimetry*, 165(1-4), 397-401.

*Suliman, I. I., Al-Jabri, A. J., Badawi, A. A., Halato, M. A., Alzimami, K., & Sulieman, A. (2014). Radiation dose and cancer risk in patients undergoing multiple radiographs in intravenous urography X-ray examinations. *Radiation Physics and Chemistry*, 104, 272-275.

van der Molen, A. J., Cowan, N. C., Mueller-Lisse, U. G., Nolte-Ernsting, C. C., Takahashi, S., & Cohan, R. H. (2008). CT urography: definition, indications and techniques. A guideline for clinical practice. *European Radiology*, 18 (1), 4-17.

*van der Molen, A. J., Miclea, R. L., Geleijns, J., & Joemai, R. M. (2015). A survey of radiation doses in CT urography before and after implementation of iterative reconstruction. *AJR.American Journal of Roentgenology*, 205(3), 572-577.

Vetenskapsrådet. (2003) *Riktlinjer för etisk värdering av medicinsk humanforskning*. Hämtad från: dos https://www.vr.se/download/18.6b2f98a910b3e260ae28000355/medicinsk_humanforskning_13.pdf

Willman, A., Stoltz, P. & Bahtsevani, C. (2011). *Evidensbaserad omvårdnad: en bro mellan forskning & klinisk verksamhet*. (3., [rev.] uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor. (2008) Stockholm: Vårdförbundet.

Zamboni, G. A., Guariglia, S., Bonfante, A., Martino, C., Cavedon, C., & Mucelli, R. P. (2012). Low voltage CTPA for patients with suspected pulmonary embolism. *European Journal of Radiology*, 81(4), e580-4.

Bilaga 1 (2)

Författare År	Titel	Syfte	Metod (Adekvat för studien)	Deltagare (Bortfall)	Resultat (Adekvat för studien)
Alzimami,K., Sulimani,A., Omer,E., Suliman,I.I., Alsafi,K. 2014 #1	Effective dose estimation during conventional and CT urography	Mäta och jämföra patientstråldosen vid DT urografi och konventionell urografi och bedöma den effektiva stråldosen och cancerrisken från respektive undersökning.	Prospektiv studie. 141 patienter där 77 genomgick DT urografi och 64 undersöktes med konventionell teknik. Huddosen mättes bara för konventionell urografi och med dosimetrar. Den effektiva stråldosen för DT beräknades med hjälp av DLP och CTDI och med hjälp av huddosen för konventionell urografi. Tre bildserier togs med DT. Ej redovisat antal bilder med konventionell teknik.	141 (0)	Effektiv stråldos DT urografi: 2.58 mSv Effektiv stråldos konventionell Urografi: 1.79 mSv Huddos konventionell urografi: 21.62 mGy
Nawfel,R.D., Judy,P.F., Schleipman,A.R., Silverman,S.G. 2004 #2	Patient radiation dose at CT urography and conventional urography	Jämföra stråldosen mellan konventionell urografi och DT urografi genom mätningar på patienter och fantom.	Prospektiv studie. 19 patienter undersöktes där 11 genomgick konventionell urografi och 8 undersöktes med DT. Mätningar skedde även på ett fantom. Huddosen mättes med dosimetrar. Den effektiva stråldosen för DT räknades ut med hjälp av CTDI och DLP och den effektiva stråldosen för konventionell urografi räknades ut med hjälp av huddosen. 11.6 bilder i snitt vid den konventionella urografen. Tre bildserier med DT.	19 (0) Fantom	Effektiv stråldos DT fantom: 15.9 mSv Effektiv stråldos DT patienter: 14.8 mSv Effektiv stråldos konventionell fantom: 7.8 mSv Effektiv stråldos konventionell patienter: 9.7 mSv Huddos DT fantom: 87.2 mGy Huddos DT patienter: 56.3 mGy Huddos konventionell fantom: 70.4 mGy Huddos konventionell patienter: 151 mGy

<p>Sulieman,A., Barakat,H., Zailae,A., Abuderman,A., Theodorou,K. 2015</p> <p>#3</p>	<p>Measurement of patient radiation doses in certain Urography procedures</p>	<p>Mäta huddosen och uppskatta den effektiva stråldosen vid konventionell urografi, "ascending urethogram" och stötvågsbehandling.</p>	<p>Prospektiv studie. 50 patienter genomgick konventionell urografi. Huddosen mättes med dosimeter och den effektiva stråldosen beräknades utifrån huddosen. 5.7 bilder togs i snitt.</p>	<p>50 (0)</p>	<p>Effektiv stråldos: 0.13 mSv</p> <p>Huddos: 2.1 mGy</p>
<p>Suliman,I.I., Al-Jabri,Amna J., Badawi,A.A., Halato,M.A., Alzimami,K., Sulieman,A. 2014</p> <p>#4</p>	<p>Radiation dose and cancer risk in patients undergoing multiple radiographs in intravenous urography X- ray examinations</p>	<p>Beräkna huddosen, organdosen och den effektiva stråldosen vid konventionell urografi.</p>	<p>Prospektiv studie. 72 patienter undersöktes på fem olika sjukhus. Stråldoserna beräknades utifrån energin ut från röntgenröret. 4 bilder togs i snitt per undersökning.</p>	<p>72 (0)</p>	<p>Effektiv stråldos: 1.025 mSv</p> <p>Huddos: 11.22 mGy</p>

<p>Hwang,I., Cho,J.Y., Kim,S.Y., Oh,S.J., Ku,J.H., Lee,J., Kim,S.H. 2015</p> <p>#5</p>	<p>Low tube voltage computed tomography urography using low- concentration contrast media: Comparison of image quality in conventional computed tomography urography</p>	<p>Jämföra bildkvalitén och stråldosen mellan en standard DT urografi och DT urografi med låg stråldos och användande av kontrastmedel med låg jodhalt.</p>	<p>Prospektiv studie. 66 patienter deltog i studien där 31 patienter genomgick en standard DT urografi och 32 patienter undersöktes med ett lågdosprotokoll. Tre bildserier togs. Den effektiva stråldosen beräknades utifrån DLP.</p>	<p>66 (3)</p>	<p>Effektiv stråldos standardundersökning: 12.79 mSv</p> <p>Effektiv stråldos lågdosprotokoll: 10.17 mSv</p>
<p>van der Molen,A.J., Miclea,R.L., Geleijns,J., Joemai,R.M. 2015</p> <p>#6</p>	<p>A Survey of Radiation Doses in CT Urography Before and After Implementation of Iterative Reconstruction</p>	<p>Undersöka stråldosen vid DT urografi före och efter implementeringen av iterativa rekonstruktioner.</p>	<p>Retrospektiv studie. 82 patienter genomgick DT urografi med filtrerad bakåtprojektion och 85 patienter undersöktes med iterativ rekonstruktion. Tre bildserier kördes. Den effektiva stråldosen beräknades utifrån DLP.</p>	<p>167 (0)</p>	<p>Effektiv stråldos filtrerad bakåtprojektion: 13.0 mSv</p> <p>Effektiv stråldos iterativ rekonstruktion: 6.1 mSv</p>

<p>Dahlman, P., van der Molen, A., Magnusson, M., Magnusson, A. 2012</p> <p>#7</p>	<p>How much dose can be saved in three-phase CT urography? A combination of normal-dose corticomedullary phase with low-dose unenhanced and excretory phases</p>	<p>Undersöka till vilken grad stråldosen kan sänkas vid DT urografi genom att sänka stråldosen i översikts- och utsöndringsfasen och jämföra detta med normal stråldos i uppladdningsfasen.</p>	<p>Prospektiv studie. 13 patienter genomgick DT urografi utförd med standardprotokoll och 14 patienter undersöktes med lågdos i översikts- och utsöndringsfasen. Om bildkvalitén inte var tillräcklig för de som undersöktes med lågdos ökades stråldosen till en önskad bildkvalité var uppnådd. Tre bildserier kördes. Den effektiva stråldosen beräknades utifrån DLP.</p>	<p>27 (0)</p>	<p>Effektiv stråldos standardundersökning: 16.2 mSv</p> <p>Effektiv stråldos lågdos: 9.4 mSv</p>
<p>Neisius,A., Wang,A.J., Wang,C., Nguyen,G., Ivian,M., Kuntz,N.J., Astroza,G.M., Lowry,C., Toncheva,G., Yoshizumi,T.T., Preminger,G.M., Ferrandino,M.N., Lipkin,M.E. 2013</p> <p>#8</p>	<p>Radiation Exposure in Urology: A Genitourinary Catalogue for Diagnostic Imaging</p>	<p>Bestämna om dos längd produkten är en riktig uppskattning av stråldosen genom att mäta organdosen och beräkna den effektiva stråldosen vid urologiska DT undersökningar.</p>	<p>Antromorft manligt fantom. Dosimetrar placerade på olika ställen i fantomet. Tre bildserier togs. Undersökningen kördes tre gånger och ett medelvärde av dessa är beräknat. Huddosen och organdosen mättes med dosimetrarna och utifrån dessa resultat kunde den effektiva stråldosen beräknas. Ett beräknat värde av den effektiva stråldosen utifrån DLP gjordes också för jämförelse.</p>	<p>0 (0) (endast fantom)</p>	<p>Effektiv stråldos beräknat från dosimetrar: 9.73 mSv</p> <p>Effektiv stråldos beräknat från DLP: 9.64 mSv</p> <p>Huddos: 19.32 mGy</p>

Bilaga 1. Mall för bedömning av relevans

REVIDERAD 2014

Författare: _____ År: _____ Artikelnummer: _____

1. Studiepopulation	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpl
a) Är den population som deltagarna togs från tydligt beskriven och relevant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Är sättet att rekrytera deltagare acceptabelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Är studiens inklusionskriterier adekvata?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Är studiens exklusionskriterier adekvata?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Är metoden beskriven på ett tydligt sätt? **	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Undersökt stråldosmätning	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpl
a) Är den undersökta stråldosmätningen relevant?*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Är den undersökta stråldosmätningen beskriven på ett korrekt sätt?*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Är den undersökta stråldosmätningen beskriven på ett reproducerbart sätt?*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Jämförelseintervention	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpl
a) Är jämförelseinterventionen relevant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Kan man utesluta att val av jämförelseintervention, dos eller administrationssätt/utförande medfört ett systematiskt fel till förmån för endera interventionen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Effektmått	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpl
a) Har undersökta effektmått klinisk relevans?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Studielängd⁶	Ja	Nej	Oklart	Ej tillämpl
a) Är studiens längd adekvat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Är uppföljningstiden adekvat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Total bedömning av studie relevans				
Relevant <input type="checkbox"/>		Inte relevant <input type="checkbox"/>		

*Redigerad fråga

**Extra fråga